

## METHOD FOR DETECTING CURRENT OF MOTOR AND ITS CONTROLLER

**Patent number:** JP2002291284  
**Publication date:** 2002-10-04  
**Inventor:** NUKUSHINA HARUNOBU  
**Applicant:** TOSHIBA KYARIA KK  
**Classification:**  
- **international:** H02P6/18; G01R19/00; H02P21/00  
- **european:** H02P6/00C  
**Application number:** JP20010087359 20010326  
**Priority number(s):** JP20010087359 20010326

**Also published as:**

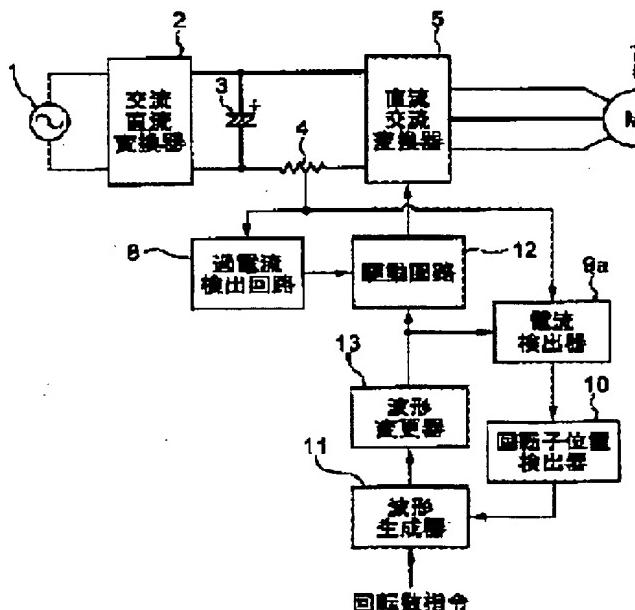


WO20078168 (A1)  
US2004095090 (A)

Abstract of JP2002291284

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for detecting the current of a motor for detecting the current in each phase supplied to the motor by a single current detecting element, and a controller for the motor using the method.

SOLUTION: When the phase current of the motor which is driven via a power converter unit for converting direct current into multi-phase alternate current is detected by performing on/off control of the plurality of switching elements being bridge connected according to a prescribed energizing pattern, the current detecting elements which generate a signal corresponding to the current value are connected to the direct current side of the power converter unit, and the prescribed energizing pattern is changed so that a signal corresponding to the phase current directly or indirectly is generated at the current detecting elements to detect the phase current of the motor based on the signals generated at the current detecting elements and the energizing pattern after the change of the pattern. The controller performs on/off control the plurality of switching elements based on the current value thus detected.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

特開2002-291284

(P2002-291284A)

(43)公開日 平成14年10月4日(2002.10.4)

(51)Int.C1.<sup>7</sup>

H 0 2 P 6/18  
G 0 1 R 19/00  
H 0 2 P 21/00

識別記号

F I  
G 0 1 R 19/00  
H 0 2 P 6/02  
5/408

テーマコード(参考)  
A 2G035  
S 5H560  
C 5H576

審査請求 未請求 請求項の数4 O L

(全9頁)

(21)出願番号 特願2001-87359(P2001-87359)

(71)出願人 399023877

東芝キヤリア株式会社  
東京都港区芝浦1丁目1番1号

(22)出願日 平成13年3月26日(2001.3.26)

(72)発明者 温品治信  
静岡県富士市蓼原336 東芝キヤリア株式  
会社内(74)代理人 100075812  
弁理士 吉武 賢次 (外4名)

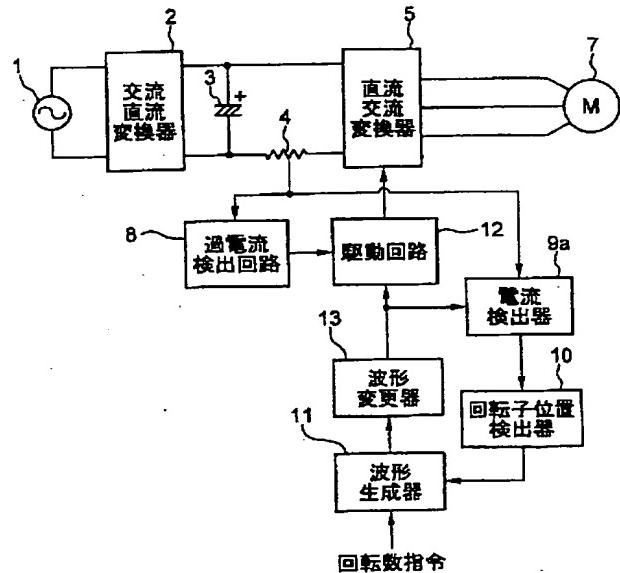
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】電動機の電流検出方法及び制御装置

## (57)【要約】

【課題】 単一の電流検出素子により電動機に供給される各相の電流を検出する電動機の電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置を提供する。

【解決手段】 電流検出方法は、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を所定の通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を多相交流に変換する電力変換器を介して駆動される電動機の相電流を検出するに当たり、電力変換器の直流側に電流値に対応する信号を発生する電流検出素子を接続し、相電流に直接又は間接的に対応する信号が電流検出素子に発生するよう所定の通電パターンを変更し、電流検出素子に発生した信号及び変更後の通電パターンに基づいて電動機の相電流を検出する。制御装置はこのようにして検出された電流値に基づいて複数のスイッチング素子をオン、オフ制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を所定の通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を多相交流に変換する電力変換器を介して駆動される電動機の相電流を検出する電動機の電流検出方法において、

前記電力変換器の直流側に電流値に対応する信号を発生する電流検出素子を接続し、

前記相電流に直接又は間接的に対応する信号が前記電流検出素子に発生するように前記所定の通電パターンを変更し、

前記電流検出素子に発生した信号及び変更後の通電パターンに基づいて前記電動機の相電流を検出する、

ことを特徴とする電動機の電流検出方法。

【請求項 2】前記電力変換器が直流を 3 相交流に変換するものであり、少なくとも 1 つの前記スイッチング素子のオン、オフ状態が変化した時刻から前記電流検出素子に発生した信号を読み込むまでの最小待機時間を  $\tau$  としたとき、2 つの相電流が  $\tau$  時間以上同時に流れる区間と、前記 2 つの相電流の少なくとも一方が  $\tau$  時間以上単独に流れる区間との組み合わせとなるように、前記所定の通電パターンの一部の相の時間のシフト及び時間幅の変更の少なくとも一方を実行して、前記所定の通電パターンを変更する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電動機の電流検出方法。

【請求項 3】ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を所定の通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を多相交流に変換する電力変換器を介して電動機を駆動するに当たり、前記電動機の相電流を検出し、前記相電流に基づいて回転子位置を決定し、前記回転子位置に追従するように前記通電パターンを生成する電動機の制御装置において、

前記電力変換器の直流側に接続され、電流値に対応する信号を発生する電流検出素子と、

前記電流検出素子に発生する信号が直接又は間接的に相電流に対応するように前記所定の通電パターンを変更する波形変更手段と、

前記電流検出素子に発生した信号及び変更後の通電パターンに基づいて前記電動機の相電流を検出する電流検出手段と、

を備え、前記電流検出手段で検出された相電流に基づいて前記所定の通電パターンを生成し、前記波形変更手段によって変更された通電パターンに従って前記スイッチング素子をオン、オフ制御することを特徴とする電動機の制御装置。

【請求項 4】前記電力変換器が直流を 3 相交流に変換するものであり、少なくとも 1 つの前記スイッチング素子のオン、オフ状態が変化した時刻から前記電流検出素子に発生した信号を読み込むまでの最小待機時間を  $\tau$  とし

たとき、前記波形変更手段は、2 つの相電流が  $\tau$  時間以上同時に流れる区間と、前記 2 つの相電流の少なくとも一方が  $\tau$  時間以上単独に流れる区間との組み合わせとなるように、前記所定の通電パターンの一部の相の時間のシフト及び時間幅の変更の少なくとも一方を実行する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電動機のベクトル制御に係り、特に单一の電流検出素子によって相電流を検出する電動機の電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置に関する。 10

【0002】

【従来の技術】電動機をベクトル制御する場合、交流電流を交流電圧に変換すると共に、電流波形に対して位相遅れの少ない電圧波形を得ることを要求される。交流電流を交流電圧に変換する手段として、一般に CT (Current Transformer) と称される計器用変流器や、ホール効果を利用したホール CT 等がある。このうち、ホール

20 CT は高価であり、その用途が限られているため、計器用変流器を用いた電動機の電流検出方法及び制御装置について以下に説明する。

【0003】図 7 は CT を用いて電流検出し、その検出値に基づいて電動機をベクトル制御する従来の電動機の制御装置の構成を示すブロック図である。同図において、交流電源 1 の交流を直流に変換するコンバータとも称される交流直流変換器 2 の出力側に平滑コンデンサ 3 が接続され、平滑された直流がインバータとも称される直流交流変換器 5 に供給される。直流交流変換器 5 は IGBT 等のスイッチング素子をブリッジ接続したものなり、これらのスイッチング素子を予め定めた基本的な通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を 3 相交流に変換して電動機 7 に供給する。この直流交流変換器 5 の直流側にはその入力電流を検出する電流検出抵抗 4 が接続され、直流交流変換器 5 と電動機 7 との間には 3 相交流電流の 2 相分の電流をそれぞれ検出する CT 6a, 6b が設けられている。

【0004】また、電流検出抵抗 4 には過電流を検出する過電流検出回路 8 が接続され、CT 6a, 6b には電流検出器 9 が接続されている。このうち、電流検出器 9 は CT 6a, 6b の各出力信号に基づいて 2 相分の電流を検出すると共に、3 相交流電流の瞬時値を合計したものが常にゼロになることから、残りの 1 相分の電流を演算によって検出し、3 相分の電流検出信号を回転子位置検出器 10 に加える。回転子位置検出器 10 は 3 相分の電流検出信号に基づいて電動機 7 の回転子位置を検出する。

【0005】波形生成器 11 は検出された回転子位置信号と、外部から与えられる回転数指令とに基づいて、パルス幅変調された 3 相交流電流を出力するために、直

交流変換器5を構成する複数のスイッチング素子をオン、オフ制御する基本的な通電パターンを生成する。そして、駆動回路12がこの通電パターンに従って直流交流変換器5を構成するスイッチング素子をオン、オフ制御すると共に、過電流検出回路8が過電流を検出したとき、スイッチング素子のオン、オフ制御を停止する。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の電動機の制御装置においては、電動機7に供給される3相分の電流を検出するために、2個の電流検出素子、すなわち、CT 6a及び6bを必要とした。このような構成に対して、電流検出素子を1個に減らし、さらに、直流交流変換器5に対する電動機7の接続経路から電流検出素子を除去することができるとすれば、配線を含めた構成の簡易化が実現される点で有利である。

【0007】本発明は上記の事情を考慮してなされたもので、単一の電流検出素子により電動機に供給される各相の電流を検出する電動機の電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を所定の通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を多相交流に変換する電力変換器を介して駆動される電動機の相電流を検出する電動機の電流検出方法において、電力変換器の直流側に電流値に対応する信号を発生する電流検出素子を接続し、相電流に直接又は間接的に対応する信号が電流検出素子に発生するように所定の通電パターンを変更し、電流検出素子に発生した信号及び変更後の通電パターンに基づいて電動機の相電流を検出することを特徴とする。

【0009】請求項2に係る発明は、請求項1に記載の電動機の電流検出方法において、電力変換器が直流を3相交流に変換するものであり、少なくとも1つのスイッチング素子のオン、オフ状態が変化した時刻から電流検出素子に発生した信号を読み込むまでの最小待機時間を $\tau$ としたとき、2つの相電流が $\tau$ 時間以上同時に流れる区間と、2つの相電流の少なくとも一方が $\tau$ 時間以上単独に流れる区間との組み合わせとなるように、所定の通電パターンの一部の相の時間のシフト及び時間幅の変更の少なくとも一方を実行して、所定の通電パターンを変更することを特徴とする。

【0010】請求項3に係る発明は、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を所定の通電パターンに従ってオン、オフ制御することにより、直流を多相交流に変換する電力変換器を介して電動機を駆動するに当たり、電動機の相電流を検出し、相電流に基づいて回転子位置を決定し、回転子位置に追従するように通電パターンを生成する電動機の制御装置において、電力変換器の直流

側に接続され、電流値に対応する信号を発生する電流検出素子と、電流検出素子に発生する信号が直接又は間接的に相電流に対応するように所定の通電パターンを変更する波形変更手段と、電流検出素子に発生した信号及び変更後の通電パターンに基づいて電動機の相電流を検出する電流検出手段と、を備え、電流検出手段で検出された相電流に基づいて所定の通電パターンを生成し、波形変更手段によって変更された通電パターンに従ってスイッチング素子をオン、オフ制御することを特徴とする。

【0011】請求項4に係る発明は、請求項3に記載の電動機の制御装置において、電力変換器が直流を3相交流に変換するものであり、少なくとも1つのスイッチング素子のオン、オフ状態が変化した時刻から電流検出素子に発生した信号を読み込むまでの最小待機時間を $\tau$ としたとき、波形変更手段は、2つの相電流が $\tau$ 時間以上同時に流れる区間と、2つの相電流の少なくとも一方が $\tau$ 時間以上単独に流れる区間との組み合わせとなるように、所定の通電パターンの一部の相の時間のシフト及び時間幅の変更の少なくとも一方を実行することを特徴とする。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。図1は本発明に係る電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置の構成を示すブロック図であり、図中、従来装置を示す図7と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施形態は過電流を検出するための電流検出抵抗4を相電流の検出要素として共用したもので、電流検出器9aがその両端に発生する電圧に基づいて電動機7に供給される3相分の電流を検出する。このような電流検出を可能にするために、波形生成器11と駆動回路12との間に、パルス幅変調(PWM)するための基本的な通電パターンを変更する波形変更器13が設けられ、電流検出器9aはこの波形変更器13の出力信号波形を参照して各相の電流を決定するように構成されている。

【0013】上記のように構成された本実施形態の動作について、その原理と併せて以下に説明する。直流交流変換器5がパルス幅変調された3相交流を出力するとき、この直流交流変換器5を構成するスイッチング素子に対する通電パターンにより特定の相の電流を検出することができる。例えば、U相のみがHレベルで、V相及びW相がいずれもLレベルの通電パターンが存在すれば、電流検出抵抗4の両端に発生する電圧はU相電流に対応する。また、U相及びV相の両方がHレベルでW相がLレベルの区間では、電流検出抵抗4の両端に発生する電圧の符号を反転したものがW相電流に対応する。

【0014】このように、パルス幅変調波形の通電パターンに応じて3相分の電流を順次検出し、記憶すれば、時分割的ではあるが3相分の電流を検出することができ

る。この場合、相電流を同時に検出している訳ではないので実際には誤差を生じるが、特別な厳密さを要求されなければ時分割で検出された3相分の電流検出値を用いて回路方程式を解けば、次の通電パターン、すなわち、直流交流変換器5を構成するオン、オフパターンを算出することができる。

【0015】以上に述べた方法によって電動機のベクトル制御は可能となるが、時分割にて電流値を読み込む間隔が大きいと、3相分の電流を同時に検出した値に対して誤差が大きくなり、電動機を安定して駆動できなくなるおそれがある。このため、3相分の電流は可能な限り短い時間間隔で読み込む必要がある。

【0016】一方、スイッチング素子のオン、オフ状態が変化した直後は回路状態が安定しないため、電流検出素子に発生した信号を読み込むまでの最小待機時間 $\tau$ が必要である。この待機時間 $\tau$ が、例えば、 $20\mu\text{sec}$ であるとすると、一つの相の電流を読み込むためには特定の通電状態を $20\text{マイクロ秒}$ 以上継続させる必要がある。換言すれば、同一の通電状態での継続時間が $20\text{マイクロ秒}$ よりも短い場合には電流の読み込みが行われず、その時に更新されるべき相の電流値を更新することができない。

【0017】さらに、パルス幅変調においては、2つの相の電流値が同一であるタイミング、すなわち、2つの相電流の瞬時値が時間の経過に従って交差する点（電気角で $30^\circ, 90^\circ, 150^\circ, 210^\circ, 270^\circ, 330^\circ$ ）においては、同時に2つの相の通電状態が切り替わるため、このときには、新たな相の電流検出はできない。

【0018】図2に示した図表は波形生成器11の通電パターンに対して、波形変更器13がパルス幅変調波形を変更する変更例を示したもので、図3はこれらの波形変更に対応するパルス幅変更波形の電気角と時間幅（ $\mu\text{sec}$ ）との関係を示した線図であり、図4及び図5はこれらの変更に対応するタイムチャートである。以下、これらの時間幅及び移相の関係を詳細に説明する。

【0019】先ず、図2の「波形出力」の欄は波形生成器11が出力する基本的な通電パターンに対応するオン時間幅を1サイクル分の主要な電気角毎に示したもので、特に、パルス幅変調波形を生成するキャリア周波数が $4\text{kHz}$ 、オンデューティが $100\%$ である場合を示している。このうち、電気角が $30$ 度の点に着目すると、直流交流変換器5を構成するスイッチング素子の正電圧側アーム（図中、上側アームと記載する）のU、V、W各相のスイッチング素子のオン、オフ状態は図4(a)のように表される。すなわち、U相のスイッチング素子をオン状態にする時間幅は $187\mu\text{sec}$ で、V相のスイッチング素子をオン状態にする時間幅は $188\mu\text{sec}$ で、W相のスイッチング素子をオン状態にする時間幅はゼロである。このとき、キャリアの基準位置（0,

$250, 500, \dots$ ）から $31\mu\text{sec}$ を経過した時刻にてU相及びV相の波形はLレベルからHレベルに変化している。しかるに、波形の変化から回路が安定するまで $20\mu\text{sec}$ の待機時間を必要とすることから、 $51\mu\text{sec}$ から $219\mu\text{sec}$ までの区間が、W相電流を正確に検出し得る期間となる。しかし、U相及びV相の電流は検出できない。図2中の「生成波形」の欄中、W相の電流検出が可能であることが○印で示され、U相及びV相の電流が検出不可能であることが×印で示されている。

【0020】次に、図4(b)に示すように、V相の波形の立上がり及び立下りを $20\mu\text{sec}$ だけ早くすると、すなわち、V相の波形を図面の左側に $20\mu\text{sec}$ シフトすれば、V相の波形がキャリアの基準位置から $11\mu\text{sec}$ で立上がるため回路が安定する $31\mu\text{sec}$ でV相の電流検出ができ、 $51\mu\text{sec}$ 以降にW相の電流検出ができる。さらに、 $219\mu\text{sec}$ にてU相の電流検出ができる。なお、V相の波形を図面の左側に $20\mu\text{sec}$ シフトする代わりにU相の波形を図面の左側に $20\mu\text{sec}$ シフトするようにもしてもU相、V相、W相の全ての電流を検出することができる。図2中の「波形シフト」の欄には、波形のシフトによって検出できる相が黒塗りの○で示され、波形のシフト無しでも検出できる相が○印で示され、さらに、波形をシフトしただけでは直接的に電流検出のできない相が×印で示されている。

【0021】図1に示した波形変更器13がこのような波形シフトを実行し、電流検出器9aが変更された通電パターンの各電流検出タイミングにて、電流検出抵抗4に発生する電圧値を読み込むことによって、U、V、Wの各相の電流を直接検出したり（図4(a)はこの状態30を示している）、2つの相の電流を直接検出し、もう一つの相の電流をこれら2つの相から間接的に検出したりすることができる。

【0022】このように、基本的な通電パターンのいずれか1相の波形を、略待機時間 $\tau$ だけシフトする方法は、オン時間幅を変更していないので、出力電圧は変わらず、波形歪みのない正弦波のままで相電流の検出が可能となり、さらに、3相分の電流を直接検出し得る電気角が多くなるため、電流に重畠された外乱の影響を受けにくくなるという利点もある。また、図1に示した実施形態では、過電流を検出するための電流検出抵抗4を電流検出素子としているため、配線を含めた構成の簡易化が実現できると言う効果も得られる。

【0023】ところで、上述した例は基本的な通電パターンのいずれか1相の波形を、略待機時間 $\tau$ だけシフトさせたが、この代わりに時間幅を変更しても略同様な相電流の検出が可能である。このことを以下に説明する。図4(c)に示すように、U相の時間幅を $20\mu\text{sec}$ 短縮し、V相の時間幅を $20\mu\text{sec}$ 伸張させた場合、キャリアの基準位置から $41\mu\text{sec}$ を経過した時点でV相の電流を、 $61\mu\text{sec}$ を経過した以降にW相の電流を、2

$29 \mu\text{sec}$ にてU相の電流をそれぞれ検出することができる。図2中の「波形増減」の欄中、時間幅の増減によって直接電流検出することが可能な相が○印で示され、間接的にしか検出できない相が×印で示されている。また、図2中のもう一つの「波形増減」の欄の数値は部分的に変更された時間幅が示されている。

【0024】図2及び図4から明らかなように、少なくとも電気角の30度においては、オン時間に対応する波形の時間幅を変更するだけでU, V, W相の電流を直接検出することができる。しかし、間接的にしか検出できない電気角の数は、波形をシフトする場合と比較して増えていることが分かる。このように、波形のオン時間幅を変更する方法は、出力電圧が本来の値からずれて波形歪みを生じるという欠点はあるが、キャリアの周期の前半と後半2つの時点で相電流を検出することができるため、波形をシフトする場合よりも応答の良い制御ができるという利点がある。

【0025】上述した2つの電流検出方法は、U, V, Wの相電流の全てを直接検出することができない場合があるため、この場合には2つの相電流によってもう1つの相電流を間接的に検出しなければならなかった。従つて、検出可能な2つの相電流の一方に外乱による誤差分 $\alpha$ が重畠されておれば、必然的にもう1つの相電流も誤差分 $\alpha$ を含み、これによって精度の高い制御ができなくなる。そこで、3相分の電流を全て直接検出することができたとすれば、それらの総和がゼロにならないときに少なくとも1つの相には外乱による誤差分が重畠されていることが分かるため、これを補正することができる。3相分の電流を全て直接検出可能にする方法として、波形のシフトと時間幅の変更とを組み合わせることが考えられる。

【0026】図5(a), (b), (c)はオン時間に対応する波形の位相をシフトさせると共に、時間幅をも変更する例で、特に、電気角の0度に対応するタイムチャートである。図2及び図5(a)に示した如く、基本的な通電パターンにおける電気角0度においてはU相の波形のオン時間幅は $125 \mu\text{sec}$ 、V相の波形のオン時間幅は $233 \mu\text{sec}$ 、W相の波形のオン時間幅は $17 \mu\text{sec}$ である。このままでキャリアの基準位置から $25 \mu\text{sec} \sim 62 \mu\text{sec}$ の間でV相電流を、 $82 \mu\text{sec} \sim 116 \mu\text{sec}$ の間でW相の電流をそれぞれ検出することは可能であるが、U相の電流の直接検出是不可能である。図5(b)はV相の波形を左へ $116 \mu\text{sec}$ シフトさせると共に、その時間幅を $3 \mu\text{sec}$ 短縮し、さらに、W相の波形を左へ $9 \mu\text{sec}$ シフトした例である。これによって、キャリアの基準位置から $62 \mu\text{sec}$ までV相の電流を、 $82 \mu\text{sec} \sim 108 \mu\text{sec}$ の間でW相の電流を、 $145 \mu\text{sec}$ にてU相の電流をそれぞれ検出することができる。

【0027】図5(c)はもう一つの例であり、U相の波形を右側へ $62 \mu\text{sec}$ シフトし、V相の波形を左側へ

$11 \mu\text{sec}$ だけシフトすると共に、時間幅を $3 \mu\text{sec}$ 短縮した場合を示している。これによって、キャリアの基準位置から $20 \mu\text{sec} \sim 116 \mu\text{sec}$ の間でV相の電流を、 $154 \mu\text{sec} \sim 230 \mu\text{sec}$ の間でW相の電流を、 $250 \mu\text{sec}$ にてU相の電流をそれぞれ検出することができる。

【0028】図2中の「波形増減+シフト」の欄中、波形のシフトを含んで電流検出が可能になる相を黒塗りの○印で示し、波形のシフト無しで電流検出が可能になる相を○印で示している。このように、電気角に応じて波形をシフトさせたり、時間幅を変更したりすることによって、全ての電気角の全ての相の電流を直接検出することができる。図2中のもう一つの「波形増減+シフト」の欄にはこれらの変更を実施して得られた全ての電気角の各相のオン時間幅が数値として記載されている。

【0029】この結果、各相の電流の総和がゼロになるように電流値を補正したり、前回の電流検出値と比較してどの相に外乱による誤差分が重畠されているかを推定することができ、これによって、電動機の相電流あるいは巻線電流を高精度にて検出することができる。

【0030】図3は上述したように、基本的な通電パターンに対して、そのままで各相の電流検出ができない電気角で時間幅の増減を行った場合の変更前と変更後の値を示した線図で、太線が変更前の時間幅を示し、部分的に離れて描かれた細線が変更後の時間幅を示している。この図3から明らかなように、2つの相電流の瞬時値が交差する点(電気角で $30^\circ, 90^\circ, 150^\circ, 210^\circ, 270^\circ, 330^\circ$ )の近傍においてオン状態にする時間幅が比較的大きく変更されていることが分かる。

【0031】なお、図2に示した図表はオンデューティが100%の場合に対応するものであるが、例えば、オンデューティが20%や5%の場合には、殆どの電気角で波形のシフトや時間幅の増減が必要になるが、図面及び説明の簡易化のために、本明細書ではそれらの記述を省略する。

【0032】図6は図1に示した実施形態中、過電流検出回路8、電流検出器9a、回転子位置検出器10、波形生成器11及び駆動回路12の各機能をマイクロプロセッサに持たせて、波形シフトを行う場合における、電流検出器9a、波形生成器11及び波形変更器13の各機能に対応する具体的な処理手順を示すフローチャートである。周知の如く、図2又は図3に示した電気角で0度から360度までの範囲は6個の通電モードに分けられ、さらに、全ての相の電流がゼロになる通電モードを加味すると、図6中に示したように0~7として示した8個の通電モードを有する。そこで、先ず、ステップ101にて通電パターンの変更が行われた所定のタイミングtにて直流電流I(t)を読み込み、ステップ102ではU相、V相、W相の各通電パターンの組み合わせか

らどの通電モードであるかを調べると共に、得られた直流電流がU相、V相、W相のどの相の電流であるかを判別し、続いて、ステップ103にて直流電流I(t)をn相(n=U,V,W)の電流であるものとして記憶する。次に、ステップ104では、前回分の測定相n(t-1)と今回の測定相n(t)とが等しいか否かを判別し、これらの相が変化するまで、すなわち、2つの相電流を直接検出するまでステップ101～104の処理を繰り返す。

【0033】次に、2つの相電流を検出した後のステップ105では、今回のn相の電流In(t)と前回に測定した他の相の電流In(t-1)の符号を変えて加算することにより、残りのもう一つの相m(m=U,V,W)の電流Imを求め、これによって3相分の電流が得られる。続いて、ステップ106では3相分の電流値からベクトル演算を実行し、次の出力すべき基本的な通電パターンに対応する波形Pu(t), Pv(t), Pv(t)を算出する。

【0034】次に、ステップ107ではU相波形の立ち上がりPu(t0)とV相波形の立ち上がりPv(t0)の差の絶対値が20μsec以上か、V相波形の立ち上がりPv(t0)とW相波形の立ち上がりPw(t0)の差の絶対値が20μsec以上か、V相波形の立ち上がりPv(t0)とW相波形の立ち上がりPw(t0)の差の絶対値が20μsec以上か、W相波形の立ち上がりPw(t0)とU相波形の立ち上がりPu(t0)の差の絶対値が20μsec以上か、のうちの少なくとも2つを満足するか否かを判別し、満足していないと判別した場合にはステップ108にてU相(又はV相又はW相)の通電波形を△t(10μsec)だけシフトして、再び、ステップ107の処理に戻り、満足している場合にはステップ109にて直流交流変換器5を構成するスイッチング素子に対する通電波形Pu(t), Pv(t), Pv(t)の出力指令を与えて、一つのキャリヤ周期に対応する電流検出及び通電波形の出力処理を終了する。

【0035】これらの処理を実行することによって、直流交流変換器5の直流側に接続した单一の電流検出素子を用いて、電動機の相電流の検出が可能となり、さらに、この電流検出方法を用いての電動機の制御が可能となる。

【0036】かくして、本実施形態によれば、基本的な通電パターンのいずれか1相の波形を、略待機時間でだけシフトすることにより、波形歪みのない正弦波のままで相電流の検出が可能となり、電流に重畠された外乱の影響を受けにくくなるという効果が得られ、さらに、過電流を検出するための電流検出抵抗を電流検出素子としているため、配線を含めた構成の簡易化が実現できると言う効果も得られ、基本的な通電パターンの時間幅を変更することにより、キャリアの周期の前半と後半2つの時点で相電流を検出することができるため、波形をシフ

トする場合よりも応答の良い制御ができるという新たな効果が得られ、さらに、基本的な通電パターンのオン時間に対応する波形の位相をシフトさせると共に、時間幅をも変更することにより、各相の電流の総和がゼロになるように電流値を補正したり、前回の電流検出値と比較してどの相に外乱による誤差分が重畠されているかを推定することができ、電動機の相電流あるいは巻線電流を高精度にて検出することができると言う効果が得られる。

10 【0037】なお、上記実施形態では直流を3相交流に変換して3相電動機(直流電動機でも可。実際には直流電動機である)を運転する場合について説明したが、より多相の交流に変換して電動機を駆動する装置にも本発明を適用することができる。

【0038】また、上記実施形態では直流交流変換器5の直流側に接続された電流検出抵抗4を電流素子として共用したが、この代わりに電流検出のみに使用するCT等を設けても良い。

### 【0039】

20 【発明の効果】以上の説明によって明らかのように、本発明によれば、単一の電流検出素子により電動機に供給される各相の電流を検出することのできる電動機の電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置を提供することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置の構成を示すブロック図。

【図2】波形生成器の基本的な通電パターンに対して、波形変更器がパターン変更する3種類の変更例及び電流検出状態を示す図表。

【図3】基本的な通電パターンの1つの変更例を通電時間と電気角とを対応付けて示した波形図。

【図4】図1に示した実施形態の動作を説明するためのタイムチャート。

【図5】図1に示した実施形態の動作を説明するためのタイムチャート。

【図6】図1に示した実施形態の機能をマイクロプロセッサ等に持たせた場合の具体的な処理手順を示すフローチャート。

【図7】従来の電流検出方法及びこの方法を用いた電動機の制御装置の構成を示すブロック図。

### 【符号の説明】

- 1 交流電源
- 2 交流直流変換器
- 3 平滑コンデンサ
- 4 電流検出抵抗
- 5 直流交流変換器
- 6a, 6b CT
- 7 電動機
- 8 過電流検出回路

9, 9a 電流検出器

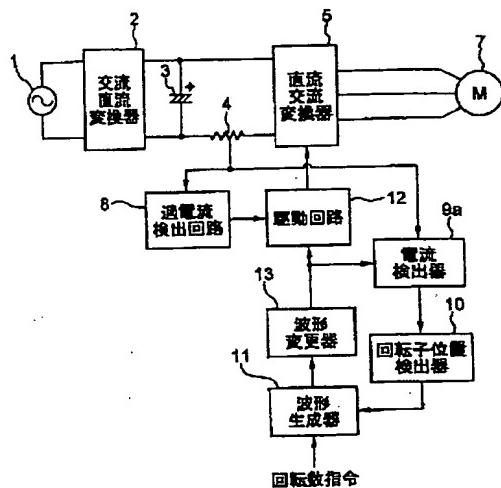
12 駆動回路

10 回転子位置検出器

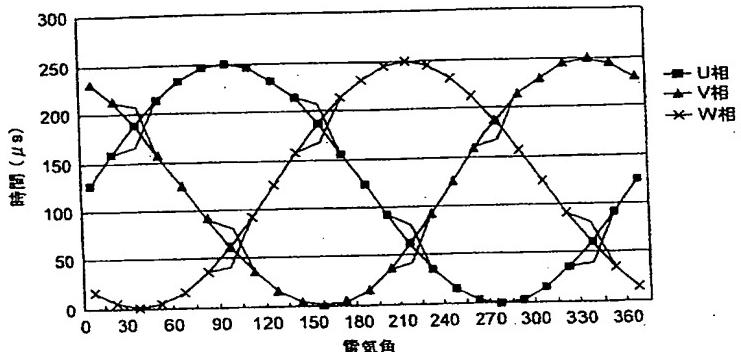
13 波形変更器

11 波形生成器

【図1】



【図3】



【図2】

3相インバータの交流駆動波形(キャリア4kHz, Duty100%, 3相交調、センサ検出時間20μsの場合)

	変形出力(μs)	生成波形	波形シフト	波形増幅	波形増幅(μs)	波形増幅シフト	波形増幅シフト(μs)		
電気角	U相	V相	W相	U相	V相	W相	U相	V相	W相
0	125	233	17	x	○	x	○	x	○
15	157	213	4	x	○	○	○	○	○
30	187	188	0	x	●	●	○	○	○
45	213	157	4	○	x	○	○	○	○
60	233	125	17	○	x	○	○	○	○
75	248	93	37	x	○	○	○	○	○
90	250	63	63	○	x	○	○	○	○
105	248	37	93	○	○	x	○	○	○
120	233	17	125	○	○	x	○	○	○
135	213	4	157	○	○	x	○	○	○
150	188	0	187	x	○	○	●	●	●
165	157	47	213	×	○	○	●	○	○
180	126	17	233	×	○	○	x	○	○
195	93	37	248	○	○	○	○	○	○
210	63	63	250	x	○	○	○	○	○
225	37	93	248	○	x	○	○	○	○
240	17	125	233	○	○	x	○	○	○
255	4	157	213	○	x	○	○	○	○
270	0	187	188	○	○	x	○	○	○
285	4	213	157	○	○	x	○	○	○
300	17	233	125	○	○	x	○	○	○
315	37	93	63	○	x	○	○	○	○
330	62	250	63	x	○	○	○	○	○
345	93	248	37	○	○	x	○	○	○
360	125	233	17	x	○	○	○	○	○

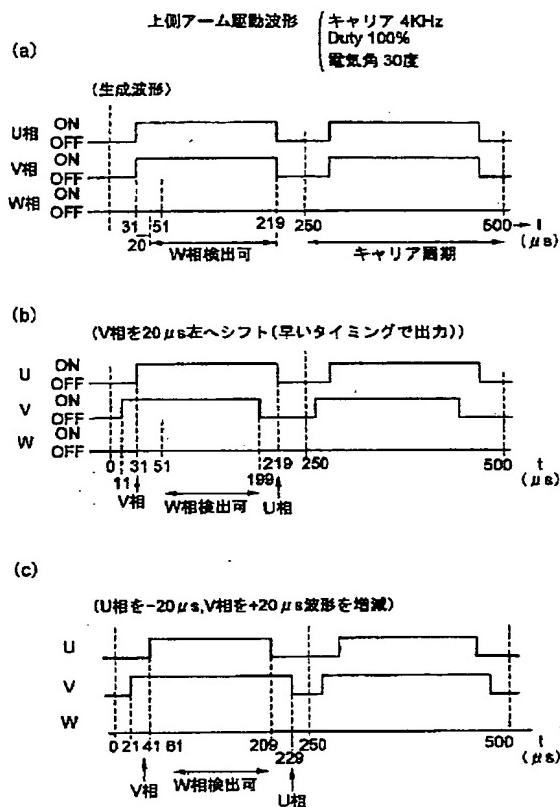
●×は波形シフトする相を示す。(他のその相をシフトしても同様の効果がある。)

(+)は上アームのON時間を増加させることを示す。

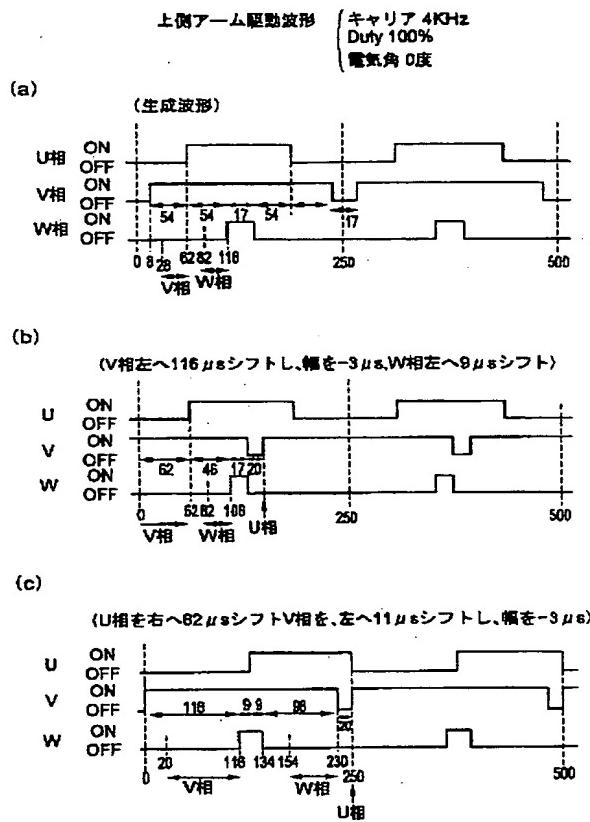
(-)は上アームのON時間を減少させることを示す。

加工波形出力の時間は「波形増幅+シフト」の例で、網線付は時間を増加したことを示す。

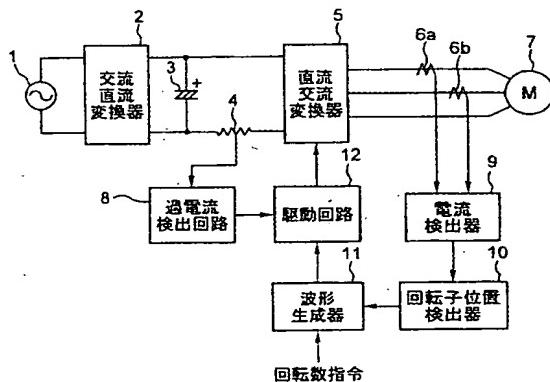
【図4】



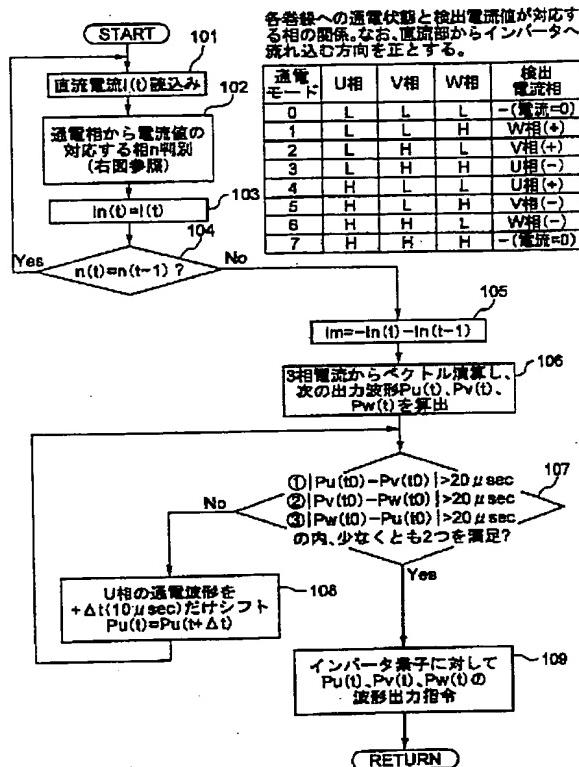
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G035 AA00 AB08 AC02 AC10 AC13  
AD28 AD57 AD58  
5H560 BB04 DA12 DC12 EB01 JJ02  
SS07 TT15 UA06 XA12 XA13  
5H576 BB06 DD02 DD05 EE01 EE11  
GG04 HA04 HB02 JJ03 JJ04  
LL22 LL41 MM02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**